رسائل جغرافية
١٢٧

حركة الكشبان الهلالية في الكويت

جاسم محمد عبدالله العوضي

يوليو ١٩٨٩م
ذوالحجة ١٤٠٩هـ

بسم الله الرحمن الرحيم

حركة الكثبان الهلالية في الكويت

المقدمـــة

تتعرض الكثير من أجزاء دولة الكويت، وخاصة الجزء الشمالي والشمالي الغربي، الى زحف الرمال المستمر نتيجة تأثير الرياح الشمالية الغربية شديدة السرعة، والسائدة معظم شهور السنة وخاصة في فصل الصيف. وتعتبر الكويت من المناطق ذات التأثر العالي بالرياح في العالم، إذ تنشط الرياح وتزيد سرعتها بحيث تستطيع حمل أكبر كمية من الرمال غير المتماسكة، لتتجمع بشكل تلال منفردة أو سلاسل من التلال الرملية، مكونة ما يعرف بالكثبان الرملية في بعض المناطق. وهذه الكثبان ظاهرة جيومورفولجية تختص بها المناطق الجافة وشبه الجافة، وترافق عملية التصحر وهي غالبا تعتبر دليلا قاطعا لحالات تصحر شديدة.

ولقد ازدادت مخاطر التصحر في السنوات الأخيرة في الكويت وبشكل خطير ومتصاعد، وبات يهدد المناطق السكنية والمنشآت الحيوية والصناعية الموجودة في الصحراء، ويخلق لها مشاكل اقتصادية كثيرة. فعملية ازالة الكميات الهائلة من الرمال المتراكمة على هذه المنشآت، تتطلب امكانيات ضخمة وجهود هندسية قد لا تكون اقتصادية في بعض الأوقات، لإبعاد الرمال المتراكمة عنها. وتبرز أبعاد المشكلة في الكويت من خلال مظهرين هما :-

(١) زيادة المساحات الصحراوية وتحرك حدودها باتجاه المناطق المعمورة وانحسار الغطاء النباتي الطبيعي.

(٢) ظهور مساحات جديدة من الصحاري، يرافقها تكون الكثبان الرملية المتحركة داخل مناطق كانت تغطيها الى وقت قريب الأعشاب البرية مثل العرفج.

ونظرا للخطة العمرانية الكويتية الطموحة، للقيام بالعديد من النشاطات الاستراتيجية والحيوية في هذه البيئة الصحراوية، فإنه يجب أخذ حركة الرمال في

الاعتبار عند التخطيط لبناء الطرق السريعة والسكك الحديدية والمنشآت الصناعية والسكنية والمنشآت الأخرى التي يقوم بها الانسان مثل معسكرات الجيش والمزارع.

وبالرغم من كل التقدم الحضاري والتكنولوجي في عصرنا الحاضر، إلا أننا ما زلنا نجهل الكثير عن الرمال والكثبان الرملية وطرق تحركها، وما زالت الدراسات في هذا المجال آخذة في التزايد. ونظرا لما تعانيه دولة الكويت من المشاكل الناتجة عن هذه الرمال، فقد بدأ معهد الكويت للأبحاث العلمية ممثلا بدائرة العلوم البيئية، في بداية الثمانينات، تنفيذ برنامج بحثي في مجال حركة الرمال، من أجل الوصول الى تفهم سليم لحركة الرمال وكيفية تكون الكثبان الرملية وكذلك فهم تفاصيل حركة الحبيبات في الهواء وطريقة تراكم حبيبات الرمل. وقد تم عمل عدة دراسات في هذا الصدد من أهمها :

* مشروع تقييم زحف الرمال ومشاكل التعرية في الكويت (مشروع رقم EES - 27).
* دراسة إجراءات السيطرة على ظاهرة الرمال المتحركة في دولة الكويت (مشروع رقم 78 - EES).
* دراسة طرق التحكم في كثبان البرخان المتحركة الموجودة بالقرب من محطة أم العيش وغرب الجهراء (مشروع رقم 98 - EES).

ونحاول في هذا البحث المتواضع دراسة كيفية تكوين الكثبان الهلالية الرملية المتحركة في صحراء الكويت، والتنبؤ بمعدل تحرك هذه الكثبان وذلك استنادا الى اتجاهات الرياح السائدة، وتضاريس سطح الارض، وخواص حبيبات الرمل. وفضلا عن ذلك، فقد ناقش البحث بعض الطرق الكفيلة بالسيطرة على الآثار العكسية للكثبان الرملية.

أشكال الكثبان الرملية

مما هو معروف الآن عن كثير من المتخصصين في مجال الترسبات الهوائية، بأن حقول الكثبان الرملية العظيمة أصلها محلي تماما، وأنها تمثل ترسبات مائية أعيد توزيعها وأن هذه الترسبات المائية قد تجمعت في أحواض بحرية أثناء الفترات المطيرة من الزمن الجيولوجي الرابع. ومعروف أن بعض هذه الرمال قد اشتق من مفتتات الصخور الرملية التي توجد بكثرة في بعض المناطق الصحراوية، وعندما يكون مصدر الرمال محدودا فإن ذلك لا يساعد إلا على نشأة طبقة رقيقة أو كثبان رملية منعزلة (والطون، ١٩٨٧). والكثبان الرملية ظاهرة صحراوية، تنشأ نتيجة لتحرك الحبيبات الجافة أو الترابية غير المتماسكة مع بعضها للتجمع بشكل تلال منفردة أو سلاسل من التلال الرملية، مكونة ما يعرف بالكثبان الرملية. وهناك عدة عوامل تؤثر في شكل الكثبان الرملية منها :

(١) مصدر الرمل وحجمه .
(٢) أصل الحبيبات الرملية المنقولة وقطرها .
(٣) سرعة الرياح واتجاهها ومدة نشاطها .
(٤) طبوغرافية الأراضي التي تمر بها الرمال .

ومن أهم أشكال الرواسب الرملية هي :

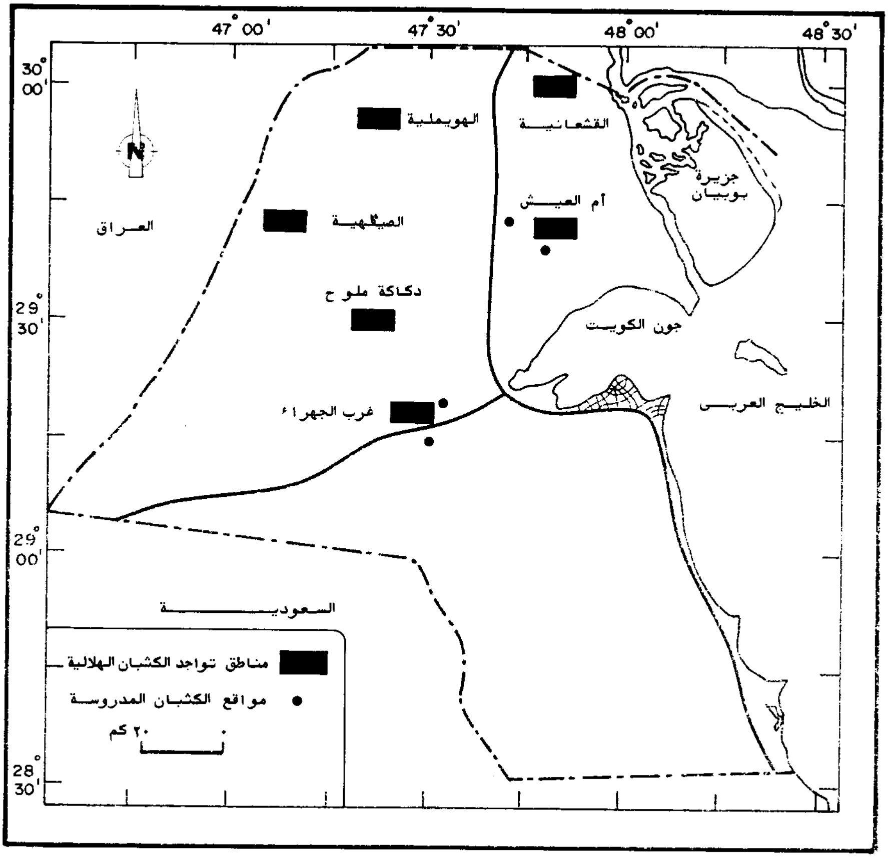
(١) الكثبان الهلالية :

تكون هذه الكثبان هلالية الشكل، غالبا متناثرة في مساحات صغيرة من الأرض ويتجه فيها قرنا الكثيب ناحية اتجاه الرياح، وغالبا ما ترتبط بمناطق يكون فيها مصدر الامداد الرملي غير دائم. وتعتبر هذه الكثبان الهلالية ظاهرة سريعة الحركة ومتقطعة أي غير متصلة، كما تتصف بارتفاعاتها الكبيرة وتعلو الأراضي السهلية المستوية ذات الصخور الصلبة المتماسكة وتتناقص انحداراتها البسيطة المواجهة للرياح والتي غالبا ما تكون أقل من ٤٠ درجة، مع الانحدارات الشديدة على جانب هبوب الرياح، والتي تتوافق الى حد كبير مع زاوية الاستقرار للرمال

الجافة وهي حوالي ٣٣ درجة، في حين أن قرون الكثيب وكذلك التغير المفاجىء بين منحدر جسم الكثيب وواجهته تضيف الى المظهر الكثيبي خصائصه المميزة (والطون، ١٩٨٧). وكما يبدو لدى بعض الدارسين فإن هذه الكثبان لها علاقة بالمناخ الجاف وشبه الجاف أكثر من علاقتها بالمناخ شديد الجفاف. ويلاحظ أنه عند تشكل أعداد كبيرة من الكثبان، تتخذ هذه شكل صفوف متوازية ومتعامدة مع اتجاه الرياح، لتغطي مساحات كبيرة من الأراضي، ففي منطقة الهويملية بالكويت توجد ثلاثة أحزمة من الكثبان الرملية الهلالية بشكل يمتد عموديا على اتجاه الرياح السائدة، أما محاور الكثبان فإنها متوازية، ويتكون الحزام الأول من حوالي ٢٧٣ كثيبا. والحزام الثاني ٢٣٠ كثيبا بينما يضم الحزام الثالث حوالي ١٠٧ كثبان. ومن خلال دراسة ثانية للباحث (١٩٨٨) تبين أن الكثبان الرملية في معظم مناطق الكويت على هيئة تلال هلالية الشكل (برخان) وقد صاحب تواجدها مناطق مسطحة من الرمال المتحركة، تواجدت هذه الكثبان البرخانية أو الهلالية بصورة انفرادية، وفي بعض الأحيان في صورة كثبان هلالية متراكبة نتيجة لاتحاد كثيبين أو أكثر بسبب الفروقات في معدل حركة الرمل. وشكل رقم (١) يوضح أماكن تواجد هذا النوع من الكثبان الرملية في صحراء الكويت.

(٢) العروق الرملية :

وهي أشكال متنوعة من تلال رملية وسلاسل من كثبان طويلة ومتوازية تقريبا وذات قمم حادة وضيقة، ويفصل بينها منخفضات رملية واسعة وشاملة تعرف باسم نطاقات ما بين العروق (Inter - Erg Areas)، وهذه العروق هي نتيجة النظام المؤلف من اتجاهين سائدين من الرياح (آل سعود، ١٩٨٦)، وفي بعض الأحيان يطلق عليها الكثبان سيفية الشكل أو الطويلة، والتي تمتاز بالانحدارات الشديدة ومحاور حادة. ويوجد هذا النوع من الكثبان على هوامش الدروب الصخرية وتبدو على هيئة عرف الديك. وتجعل انحداراتها الشديدة الحركة من الدروب الصخرية الخالية من الرمال الى حقول الكثبان الرملية صعبة على الحيوانات وصعبة بصفة خاصة على العربات عند صعود منحداراتها (والطون ١٩٨٧)، وتنتشر عروق الرمل في معظم النطاقات الرملية في شبه الجزيرة وبخاصة في الدهناء، حيث تكون في شكل خطوط طولية متوازية تمتد من الشمال الى الجنوب متباينة الأشكال، فبعضها يكون عبارة عن حواف رملية ذات رؤوس حادة والبعض الآخر على شكل امتدادات رملية، تعلوها بعض الكثبان الهلالية التي تهاجر في نفس اتجاه الريح (الغنيم ١٩٨١).



شكل رقم (١) : خريطة دولة الكويت توضح مناطق تواجد الكثبان الرملية الهلالية الشكل.

(٣) الكثبان العرضية :

وهي عبارة عن تجمعات كبيرة من الرمال تتصل مع بعضها البعض، لتغطي مساحات كبيرة من الأراضي، ويمكن تشبيه هذه الكثبان بتموجات ضخمة من الرمال تختلف في ارتفاعاتها وفي أطوالها، وسواء أكانت هذه التموجات بارزة المظهر أو كانت غير واضحة المعالم، سواء أكانت المسافة بين محاور هذه التموجات طويلة أم قصيرة فيبدو أن هذه الخصائص ما هي الا انعكاسات لقوة الرياح السائدة. وكما هو الحال بالنسبة لأمواج البحر، فهناك حد للارتفاع الذي يمكن أن تصل اليه قمة الموجة الرملية وتقوم الرياح القوية بتذرية حبات الرمال على طول محاور هذه الموجات

لتلقي بها في الفجوات الأمامية أي في الجهة التي تهب اليها الرياح بدرجة تقلل من ارتفاع المظهر التضاريسي للكثيب (والطون ١٩٨٧)، وهذه الكثبان توجد في نسق عمودي على اتجاه الرياح.

(٤) التلال الرملية :

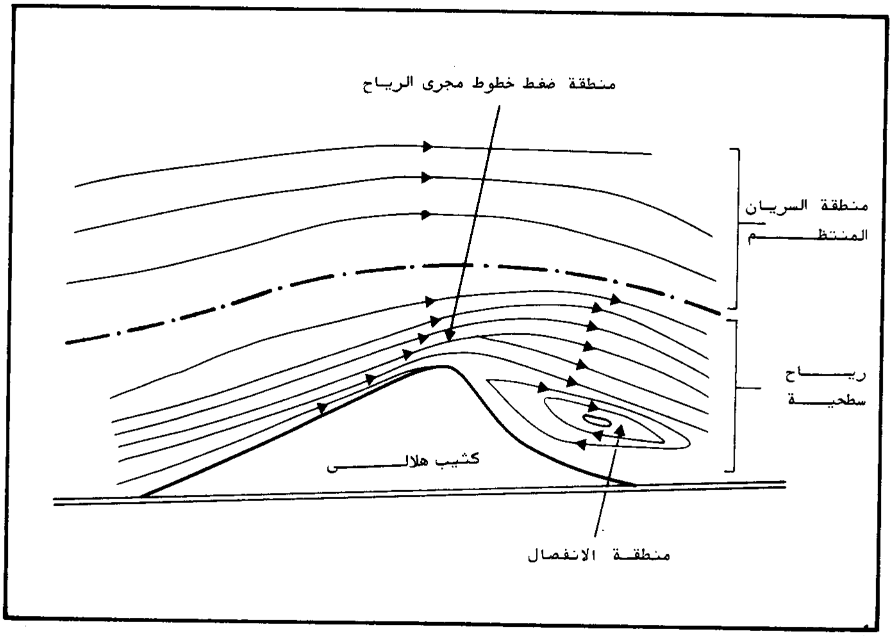
وهي عبارة عن أكوام أو تجمعات رملية عظيمة خالية من النبات، يزيد ارتفاعها عن ٥٠ متراً فوق سطح الطبقة الأساسية. وهذا النوع من الكثبان الرملية يعتبر من الأنواع المستقرة، اذ تكون قد تشكلت في ظروف مناخية جافة منذ مئات السنين حيث تعاقبت عليها ظروف مناخية رطبة، ساهمت في استقرارها (الشخاترة، ١٩٨٤). ويرجح بعض العلماء أن تكوين التلال الرملية يرجع لتغير في شكل العروض الرملية نتيجة لتغير في اتجاه الرياح لتصبح على هيئة كثبان هرمية أو نجمية الشكل (التلال الرملية).

تكون الكثبان الرملية :

وقد توصل بعض العلماء، الى أن عملية تكون الكثبان الرملية، تبدأ عندما يكون هناك تغيير في طبوغرافية سطح الصحراء، أو تكون خالية من الغطاء النباتي أو يكون الغطاء النباتي محدودا من حيث النوع والكمية، ومن ثم يؤدي إلى نوع معين من الترسيب.

وحيث أن الجسيمات ترتد بسهولة اكثر عند الاصطدام بصخره صلبة مقارنة بارتدادها إذا احدثت برقعة رملية (كومة رملية)، لذلك نجد أن الرياح في مقدورها تحريك الرمل من على سطح صلب بسهولة أكثر من على سطح رقعة رملية، ومن هذا المنطلق نجد أن الرياح عند سرعة معينة، بمقدورها حمل كميات أكبر من الرمال من فوق السطوح الصلبة عن السطوح الرملية مثل الكومات الرملية. ولهذا السبب تعمل الكومة الرملية كحاجز لتدفق الرمال وتعمل ايضا على زيادة معدل تراكم الرمال عليها. ومن ثم فإن نمو الرقعة الرملية تتحول في النهاية الى كثيب صغير.

ويوضح (عبدالله ١٩٨٨) في شكل رقم (٢) أنه كلما ازداد ارتفاع الكثيب نشطت حركة الرمال في قمته نتيجة ازدياد سرعة الرياح عند الارتفاع بينما تظل قاعدة الكثيب مستقرة تقريبا. والدليل على ذلك ان الغطاء النباتي لا يستطيع الثبات في مناطق قمة الكثيب لأن معدلات سرعة الرياح وتحرك الرمال تكون كبيرة في هذه



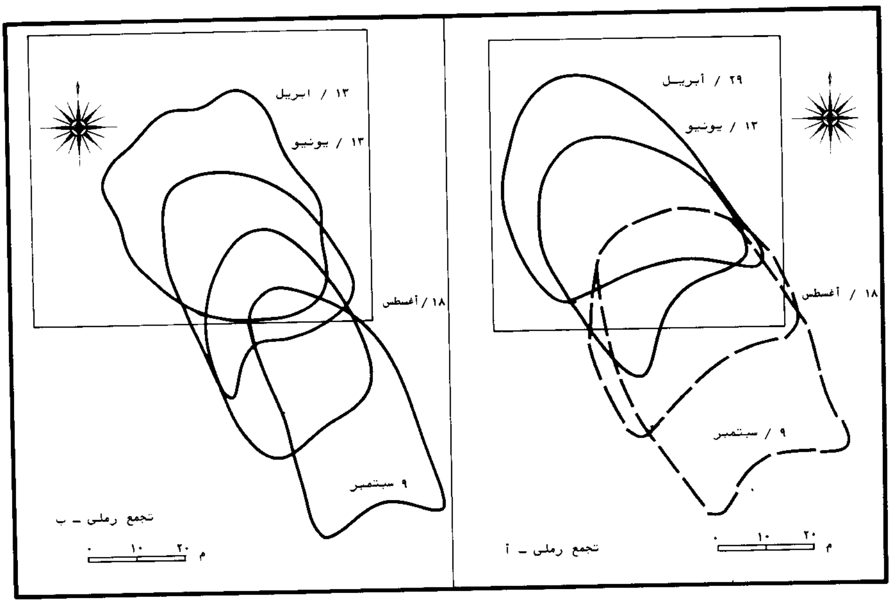
شكل (٢) مجرى خطوط الرياح على سطح الكثيب (المصدر عبدالله، ١٩٨٨)

المناطق وبصفة خاصة فإن حجم الكثبان الرملية الصحراوية يكون نتيجة لموازنة رسوبياتها، والذي يمكن التعبير عنه كتوازن بين التعرية والترسيب. وبينما ينمو الكثيب فإن الهامش الأعلى للترسيب يتحرك نسبيا نحو قمة الكثيب الى أن يصبح الجزء الأقل انحدارا في سبات تام. وعندما يتم بلوغ زاوية الانحدار الحرجة للرمال الجافة، والتي تعادل زاوية ميل جهة الجزء السفلي للكثيب (٣٦°) فانه يتم الحصول على نتائج الانزلاق الى أسفل، تحت تأثير الجاذبية الأرضية ويتكون الوجه الانحداري (الانزلاقي).

أما بالنسبة للكثبان الرملية هلالية الشكل، فتمتد أجنحة سطح الانحدار بها في اتجاه الرياح بسرعة أكبر مما هو عليه الحال في الجزء المركزي الأعلى ارتفاعا حتى تنفذ الى داخل منطقة ظلال الرياح (وهي المحصورة ما بين قرني الكثيب). فتعطي شكلا هلاليا ذا قرنين، وكنتيجة لذلك يحدث فصلا في تدفق الرمال بين القرنين ينتج عنه تدفق استرجاعي صعودا على السطح فيستمر بالتالي الانحدار.

ومن أجل بلوغ معلومات دقيقة عن كيفية تكون الكثبان الرملية، فقد تمت

مراقبة عملية تجمع الرمال في منطقة أم العيش، وذلك لتحديد امكانية تكون المزيد من الكثبان الرملية في المستقبل. وفي هذه التجربة تمت احاطة تراكمات الرمال بأعمدة حديدية، وقد تم حشر الأعمدة في التربة على شكل مستطيل، وذلك لاعتبارها نقاط مرجعية تحدد، بناء عليها، أطراف التراكمات الرملية. ويوضح الشكل (٣) مراحل تحول الرمال المتراكمة التي تمت دراستها الى كثبان رملية برخانية في منطقة ام العيش، وذلك نتيجة لتأثير اتجاه الرياح السائدة. هذا، كما تم ملاحظة امتداد الكثيب نتيجة لتكون القرون المواجهة للرياح في كلتا جهتي مركز الكثيب، ويمكن ملاحظة بداية تكون القرن والوجه الانزلاقي بعد فترة من الزمن (٥ أشهر)، وذلك عند هبوب رياح قوية وغير متغيرة الاتجاه نسبيا ويرجع السبب في تكون الوجه الانزلاقي والقرون الى فعل الجاذبية الارضية وسرعة الرياح.



شكل رقم (٣) مراحل تحول التجمعات الرملية في منطقة ام العيش الى كثبان رملية هلالية الشكل خلال الفترة صيف (١٩٨٧)

عوامل تكوين الكثبان الرملية :

تتحكم في تكوين الكثبان الرملية مجموعة من العوامل المتداخلة، التي تلعب أدوارا متباينة في عملية تشكل هذه الكثبان، وإعطائها خصائصها المورفولوجية

المتميزة. ومن بين أهم هذه العوامل الرعي الجائر للأراضي الرعوية والافراط في قطع الحشائش والأشجار، كما تمثل الظروف المناخية القاسية عاملا مهما آخر يؤدي إلى إزالة الغطاء النباتي الواقي للمناطق الصحراوية. وفي النهاية تؤدي كل هذه العوامل الى تفكك الرمال ليسهل حملها بواسطة الرياح. وهناك ثلاث مناطق لحركة الرمال. الشخاترة (١٩٨٤) وهي :

(أ) منطقة الرمال : «منطقة التعرية» وهذه تعتبر المصدر الرئيس الذي تنتقل منه الرمال سواء بالتعرية المائية الى مناطق أخرى لتقوم الرياح (التعرية الريحية) بنقله الى مناطق أخرى أو تقوم بنقله الرياح مباشرة.

(ب) منطقة الانتقال : وهي المنطقة الوسيطة الواقعة بين مصدر الرمال ومنطقة تشكل الكثبان الرملية، وتعتبر هذه منطقة مرور تتحرك فيها الرمال نحو مناطق تكون الكثبان، وفي بعض الأحيان تأخذ هذه طابع المنطقة المؤقتة لتجمع الرمال لفترات زمنية مختلفة.

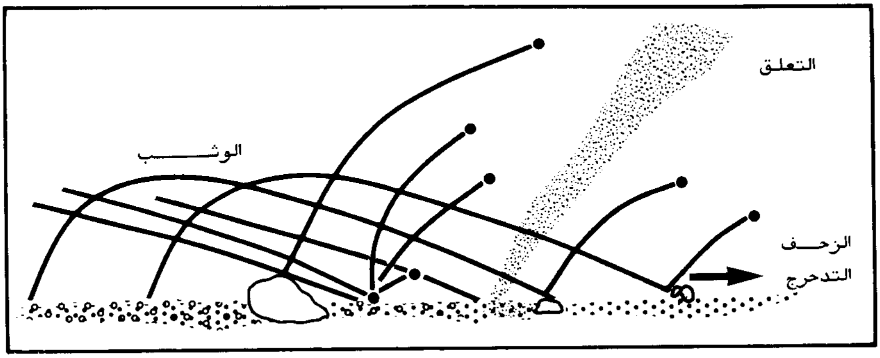
(ج) منطقة تكون الكثبان الرملية : وهي منطقة استقرار الرمال بشكل نهائي حيث تتكون التجمعات أو الكثيبات أو الكثبان الرملية، التي تشكل السلاسل الرملية في نهاية الأمر.

وبالاضافة إلى ما تقدم من عوامل فإن تطور الكثبان الرملية يتأثر بالعوامل الأساسية التالية :-

(١) الرياح :

إن أهم العناصر المناخية في تكون الكثبان الرملية، والحقول الرملية هي الرياح الموسمية أو الدائمة ذات الاتجاه الثابت.

وكذلك من العوامل الهامة في تكون الكثبان الرملية : ثبات اتجاه الرياح وزيادة سرعتها. فاذا كانت الرياح ذات سرعة متدنية ولكنها تهب لفترات طويلة، فسيكون لها نفس التأثير المورفولوجي للرياح القوية التي تهب لفترات قصيرة. وتعتبر هذه إحدى الحقائق الهامة في مناطق الكثبان الرملية، التي تمت دراستها حيث أن جزءا كبيرا من هذه المناطق، يتعرض للرياح القوية الدائمة ذات الاتجاه الثابت تقريبا.



شكل رقم (٤) أنواع تحرك الرمال بفعل الرياح السطحية (باجنولد، ١٩٥٤)

ومن خلال القياسات الحقلية التي أجريت على بعض الكثبان الرملية الموجودة في صحراء الكويت، تبين أن هناك توافقاً تقريبياً بين الاتجاه السائد للرياح الشمالية الغربية وبين الاتجاه العام لمحاور تلك الكثبان المدروسة، حيث ان اتجاه المحاور الرئيسة للكثبان كان شماليا غربيا. وقد لوحظ أن هناك بعض التفاوت في انحراف محاور الكثبان الرملية، والسبب قد يرجع لتقارب هذه الكثبان الرملية من بعضها مما يؤدي إلى اعتراض بعضها لمسار الرياح السائدة قبل أن تصل الى الكثبان الاخرى.

ب ـ سرعة الرياح :

من المعروف أن الطاقة الحركية الديناميكية للرياح تزداد بازدياد سرعتها، فالرياح القوية والسريعة يمكنها إثارة الرمال والأتربة وحملها الى مسافات تتناسب طرديا مع تلك السرعة. ويرى العديد من الباحثين أن أقل سرعة مطلوبة لجعل الرياح قادرة على حمل الرمال الناعمة والغبار وتذريتها هي ٢٠ كم في الساعة، أما سرعة الرياح القادرة على حمل وتحريك الرمال متوسطة الحجم فيجب أن تصل الى ٣٥كم/ساعة. وقد تبين من خلال تحليل الظاهرات الجوية الترابية التي حدثت في الكويت منذ عام ١٩٦٢، أن هناك علاقة طردية بين سرعة الرياح وبين قدرتها على اثارة الرواسب بشتى أنواعها، وبالتالي قدرتها على حمل تلك الرواسب (كليو والشيخ، ١٩٨٦). اذ أن عملية حمل ونقل الرمال والرواسب السطحية المفككة بواسطة الرياح هي المرحلة الأولى والهامة في عمليات تكوين الكثبان الرملية والنباك.

وعلى الرغم من أن معظم الرياح السائدة في الكويت هي من النوع معتدل السرعة في معظم شهور السنة، فانه قد تم تسجيل ١٢ مرة كانت فيها سرعة الرياح أكثر من ٨٠كم/ ساعة خلال الفترة الواقعة بين ٥٧ ـ ١٩٧٣ (شرف، ١٩٨٠). وكانت أغلب الرياح ذات السرعات القياسية هي الرياح الجنوبية الغربية تليها الشمالية الغربية ثم الجنوبية الشرقية. وفي جميع الأحوال فإن الرياح العاصفة والسريعة لا تعتبر من الظواهر الجوية شائعة الحدوث في الكويت، فمعدل عدد المرات التي سجلت فيها سرعات رياح تتراوح بين ٥٠ و٨٠كم/ساعة لا تزيد عن ١٪ من الرياح بشكل عام، وهكذا نستنتج أن معظم الرياح السائدة في دولة الكويت هي من النوع معتدل السرعة أو الخفيف في معظم اشهر السنة. فالرياح التي تتراوح سرعتها بين ١ ـ ٢٠كم / ساعة تمثل ٥٢٪ من الرياح، أما الرياح التي تتراوح سرعتها بين ٢٠ و٥٠ كم/ساعة فتمثل ٢٣٪ وهذه الرياح الأخيرة هي التي تتمكن من زحزحة وتحريك ونقل الرواسب السطحية المفككة (كليو والشيخ، ١٩٨٦).

ووفقا لباجنولد (١٩٥٤)، فإن كمية الرمال التي يتم تحريكها تتضاعف عشر مرات عندما تتراوح سرعة الرياح ما بين ٢٤ الى ٣٤ كم/ ساعة، كما ان زيادة سرعة الرياح ما بين ٢٤ إلى ٥٦ كم/ ساعة تزيد كمية الرمال المتحركة مائة مرة، وعليه فمن المؤكد أن سرعة الرياح في دولة الكويت تلعب دورا هاما في تكوين وتحريك الكثبان الرملية.

(٢) امدادات الرمال :

أدت الفعاليات البشرية غير المنظمة والآخذة في الإزدياد في الكويت منذ مطلع الستينات، الى تدهور البيئة الطبيعية، حيث تم تدمير الكساء النباتي في مناطق واسعة وكشف التربة والرمال بفعل الرياح، ومن ثم ازدياد معدل الرمال الزاحفة. ولقد أثبتت الدراسات العلمية ان العديد من المناطق في الكويت والتي كانت تغطى بالشجيرات والأعشاب الصحراوية قد أصبحت مناطق جرداء مغطاة برمال متحركة تزحف بمعدلات هائلة.

وتغطي أجزاء كبيرة من الصحراء الكويتية طبقة من الرمال، ويلاحظ وجود الكثبان الرملية هلالية الشكل في منطقة الهويملية في الجزء الشمالي الغربي بالقرب من الحدود العراقية، كما أن هناك قليلا من الكثبان الرملية هلالية الشكل في أم النقا

بارتفاع يبلغ ٧,٥ امتار وقد امتدت في السنوات الخمس الأخيرة منطقة الكثبان لتغطي منطقة غرب الجهراء ومنطقة أم العيش وفقا لفودة وآخرين (١٩٨٤)، واستنادا للصور الجوية والدراسات الميدانية فإن هناك عشرة أنواع من الرسوبيات السطحية الرئيسة في دولة الكويت وهي :

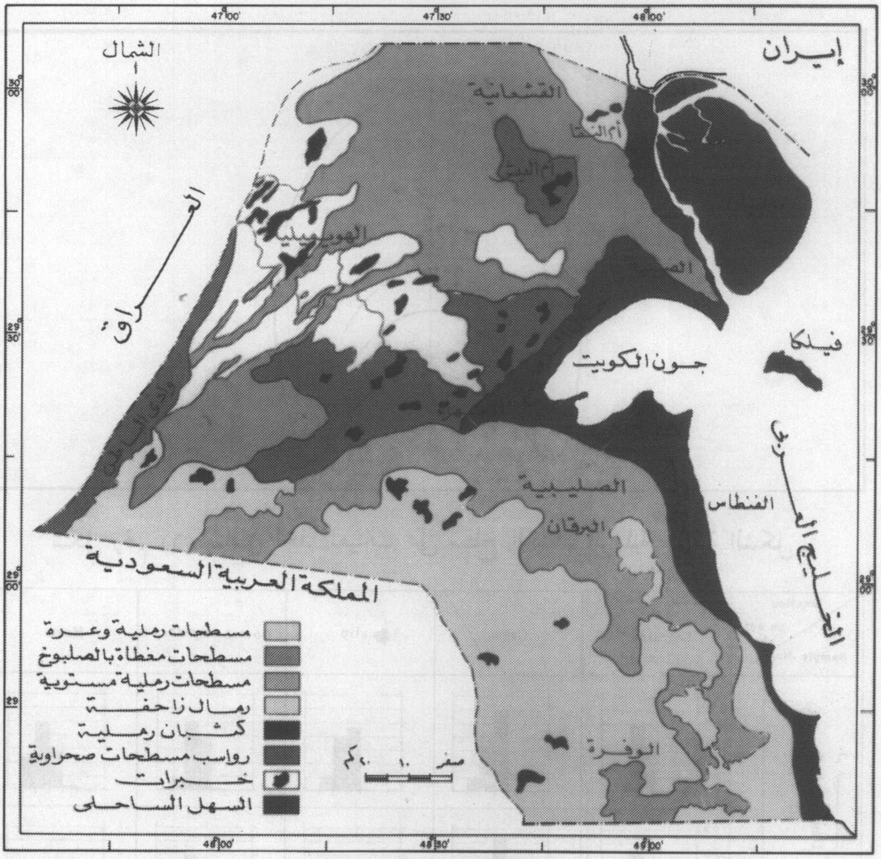
أ - طبقة رملية ناعمة.
ب - طبقة رملية ناعمة مغطاة جزئيا برمال نشطة .
جـ - طبقة رملية نشطة .
د - سبخة داخلية مغطاة جزئيا برمال نشطة.
هـ - مسطحات سبخة داخلية.
و - مسطحات طينية في مناطق المد والجزر.
ز - كثبان ساحلية ورمال منجرفة
ح - مسطحات رملية هوائية
ط - طبقة من المواد الجيرية والحجر الرملي حديثة التكوين.
ي - رمال ساحلية في مناطق المد والجزر.

ويوضح الشكل (٥) نمط انتشار الرواسب السطحية بدولة الكويت.

وتعتبر الرواسب الرملية من أكثر الأنواع التي تحدث بصورة متكررة وتغطي أكثر من ٥٠٪ من سطح الكويت وهذه النسبة بالطبع تكون كفيلة بزيادة فعالية زحف الرمال ونشوء الكثبان الرملية المتحركة.

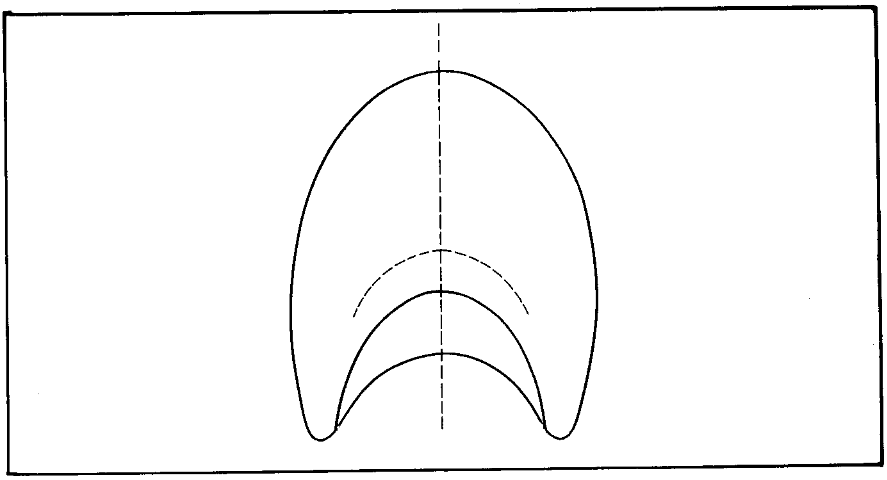
ولكي نتعرف على الاختلافات المكانية والعوامل المؤثرة في اختلاف حجم حبيبات الرمل وتحديد مصادر الرمال المغذية للكثبان الرملية، يجدر بنا ان نشير الى بعض النتائج المتعلقة بحجم الحبيبات الخاصة بترسبات الكثبان الرملية. ففي عام ١٩٨٨ أجرى الباحث دراسة تحليلية لحجم حبيبات الكثبان الرملية هلالية الشكل الموجودة في منطقتي أم العيش وغرب الجهراء في صحراء الكويت، فقد تم أخذ خمس عينات من كل كثيب تحت الدراسة وأخذت العينات من الجزء السفلي للكثيب الرملي ومنطقة القمة وأعلى الوجه الانزلاقي وأسفل الوجه الانزلاقي القرن (أو الجناح) (كما هو مبين في شكل (٦)).

فقد أوضحت نتائج تحليل حجم الحبيبات الخاصة بترسبات الكثبان الرملية في المنطقتين، بأن حجمها بشكل عام يتراوح بين متوسط الى ناعم، ولم يتم التعرف

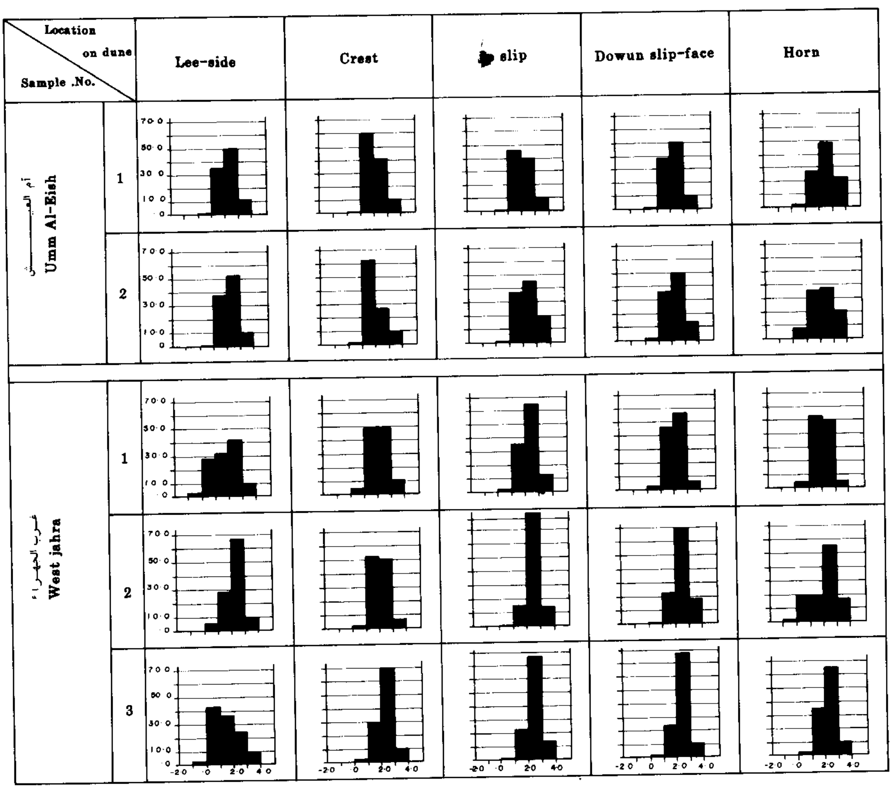


شكل رقم (٥) نمط انتشار الرواسب السطحية بدولة الكويت
(برنامج البيئة معهد الكويت للابحاث العلمية ١٩٨٨)

على أي اختلافات ملموسة في طبيعة توزع حجم حبيبات الكثبان الرملية في منطقتي ام العيش وغرب الجهراء (شكل ٧). هذا، وتتسم رمال الكثبان في منطقتي أم العيش وغرب الجهراء عموما بأنها أحادية النمط ولكن نوعية الرمل تختلف في الاجزاء المختلفة للكثيب، ففي كثبان منطقة أم العيش تكون الرمال أحادية النمط وذات حجم دقيق (30 - 20) في الجزء السفلي للكثيب الرملي، والوجه الانزلاقي والقرن، بينما تتكون الرمال ذات الحجم المتوسط (20 - 10) في منطقة القمة للكثيب الرملي. أما منطقة غرب الجهراء، فتتكون الكثبان احادية النمط، وتتكون الرمال ذات الحجم الدقيق في الجزء السفلي والوجه الانزلاقي والقرن بينما توجد الرمال ذات الحجم المتوسط في منطقة القمة.



شكل رقم (٦) مناطق أخذ العينات على سطح الكثبان الرملية هلالية الشكل



شكل رقم (٧) توزيع حجم حبيبات الكثبان الرملية في منطقة ام العيش وغرب الجهراء في صحراء الكويت

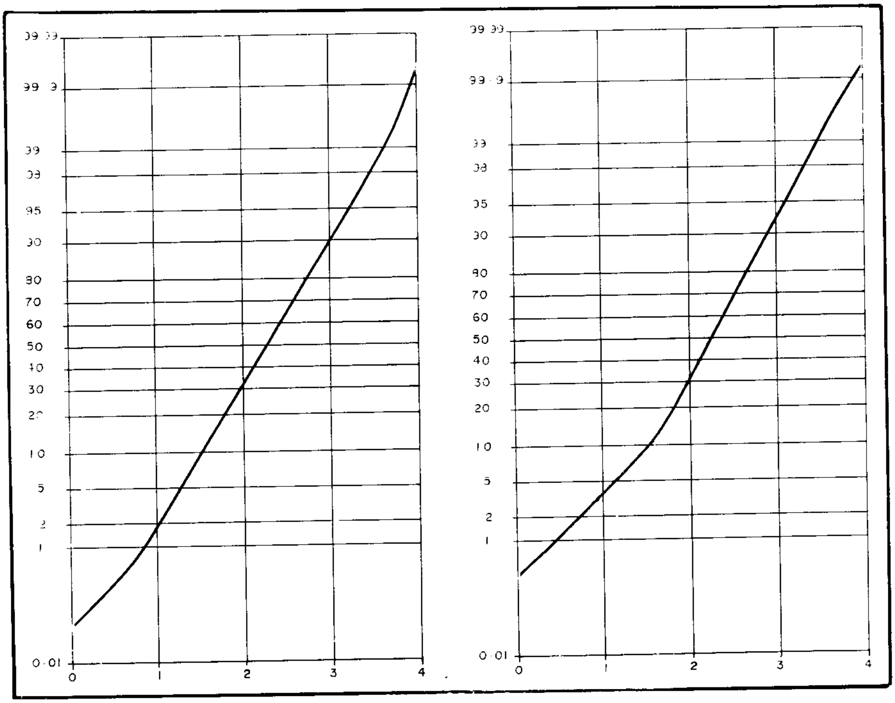
ومن جهة أخرى، فإن نسبة الرمال دقيقة الحجم في الوجه الانزلاقي للكثبان الرملية في منطقة غرب الجهراء تكون أعلى من نسبتها في كثبان منطقة أم العيش، ويلاحظ في كلتا المنطقتين أن الرمال الخشنة تتكون فقط في الجهة السفلية للريح وقرن الكثيب الرملي، ومع ذلك، فإن النسبة الاجمالية للرمال الخشنة في الجزء السفلي للكثيب الرملي في منطقة غرب الجهراء تكون أعلى بكثير من نسبتها في كثبان أم العيش. هذا، كما يمكن ملاحظة نسبة قليلة من الرمال شديدة الخشونة في الجزء السفلي للكثبان الرملية في منطقة غرب الجهراء، بينما لا يلاحظ ذلك في الجزء السفلى للكثبان الرملية في منطقة ام العيش، كما يلاحظ ايضا ان نسبة كبيرة جدا من الرمال ذات الحجم المتوسط تتواجد في منطقة القمة للكثيب الرملي في كلتا المنطقتين، وهذا يرجع الى ان المنطقة تتسم بسرعة الرياح العالية الناتجة عن ضغط مجرى الرياح التي تزيل بسهولة حبيبات الرمال ذات الحجم الدقيق والناعم. هذا، وتعكس معدلات المنحنيات التراكمية للكثبان الرملية التي تمت دراستها في كلتا المنطقتين، تكون ثلاثة تجمعات حجمية وهي : الزحف السطحي والانتقال (الوثب) والمعلقة، وتختلف توزعات التجمعات الحجمية للكثبان الرملية في منطقة ام العيش عن تلك الموجودة في غرب الجهراء (شكل (٨)). فتتسم الأولى باحتوائها على كميات كبيرة من الرمال والتي تتصف بميكانيكية الانتقال القفزي.

(٣) محتوى الرطوبة بالرمال :

يلعب ارتفاع رطوبة الرمال دورا هاما في تماسك حبيبات الرمال وتثبيتها وعدم انتقالها الى مناطق أخرى، في حين أن انخفاضها يؤثر بشكل فعال على الغطاء النباتي الواقي للمناطق الصحراوية، ومن ثم يؤدي الى تفكك الرمال بحيث يسهل حملها بواسطة الرياح، وبالتالي يزيد معدل امدادات الرمال في المنطقة والذي يساعد بدوره على نشوء وتطور الكثبان الرملية.

ويؤثر مناخ دولة الكويت بشكل فعال على نسبة محتوى الرطوبة في رمال الكويت. حيث ان مناخ الكويت يتميز بدرجات حرارية عالية تصل الى اكثر من ٤٥ درجة في اشهر الصيف وقلة في الامطار تتراوح ما بين ١٢٠ و١٤٤ ملم سنويا. ونتيجة للظروف المناخية هذه نجد ان نسبة محتوى الرطوبة في رمال الكويت قليلة جدا لقلة هطول الامطار وزيادة معدلات التبخر خاصة في فصل الصيف.

ومن المعلوم أيضا أن تربة الكويت، والتي توصف بأنها ذات خصائص رملية



شكل رقم (٨) : توزيعات التجمعات الحجمية للكثبان الرملية في منطقة أم العيش وغرب الجهراء في صحراء الكويت

تحتوي على نسبة من الغرين والطين لا تزيد عن ٧٪، مما يضعف قدرتها على الاحتفاظ بالماء.

وانخفاض نسبة الرطوبة في رمال الكويت كما ذكرنا سلفا، تلعب دورا هاما في تدهور الغطاء النباتي الطبيعي في الصحراء وبالتالي يخلق جوا ملائما لتكون الكثبان الرملية بتوفير امدادات كافية من الرمال.

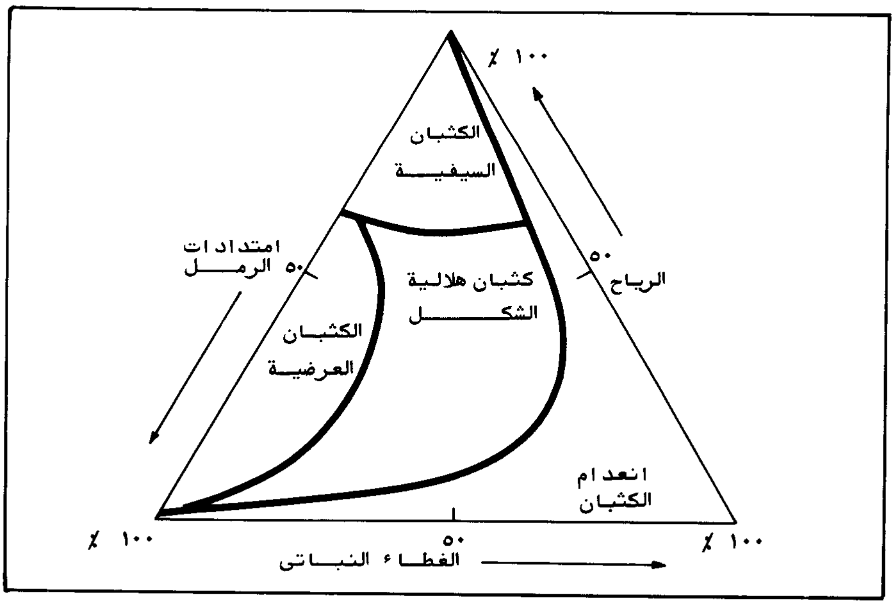
(٤) طبوغرافية سطح الأرض :

في بعض الأحيان يؤدي الاختلاف في طبوغرافية سطح الأرض الى انخفاض معين في سرعة الرياح أو تحويل اتجاهها، مما ينتج عنه ترسيب الرمال لتكون بعض الأشكال الجيومورفولوجية مثل النباك والكثبان الرملية . وهناك فئة من الكثبان الرملية تتكون نتيجة لاعتراض عائق طبوغرافي ـ تل مثلا ـ للرياح وحركة الرمال.

ففي هذه الحالة يمكن للرمال ان تترسب وتتراكم على جانبي هذا العائق سواء في اتجاه او منصرف الرياح (ولكنسون، ١٩٨٥).

وتعتبر الكويت بصفة عامة، ذات طبوغرافية مسطحة تتخللها بعض المنخفضات الضحلة والتلال قليلة الارتفاع، ولهذا السبب نجد، ان الكثبان الرملية الهلالية الموجودة في الكويت تتكون وتتطور دون تدخل العامل الطبوغرافي المحلي. وقد اوضحت الدراسات والابحاث، أن الكثبان الرملية الموجودة في الكويت هي امتداد لكثبان رملية مقبلة من جنوب العراق تحت تأثير الرياح الشمالية والشمالية الغربية.

وبصفة عامة فإن النظريات التي تم وضعها حول تكون وتراكم كثبان الرمال محدودة (باجنولد، ١٩٤١)، ويعتقد الكثير من الدارسين ان تكون الكثبان الرملية على الاراضي الصحراوية المنبسطة يكون نتيجة لعدم تناسق سطح الصحراء والى تدفق الرياح المضطرب. والشكل رقم (٩)، الذي وصفه هاك (١٩٤١)، يوضح العلاقة بين العوامل التي تؤثر على تكون وتشكل الكثبان الرملية تحت تأثير الرياح متقلبة الاتجاهات.



شكل رقم (٩) : العلاقة بين الرياح والغطاء النباتي وامدادات الرمال التي تنجم عنها أشكال مختلفة من الكثبان تحت تأثير الرياح متقلبة الاتجاهات.

ديناميكيـة حركـة الكثبـان الرمليـة
وطـرق قيـاس حـركتهـا

حركة الكثبان الرملية :

لا نعرف الكثير عن العوامل التي تتحكم في حركة الكثبان الرملية، وعلى كل فإن شكل الكثيب وحجمه والعلاقة التلازمية بين أبعاده المختلفة مثل الطول والارتفاع وزوايا الانحدار. . . الخ، وتكوين وحجم الحبيبات التي تكون الكثيب، كل هذه لها بعض التأثير على تحرك الكثيب. وفضلا عن ذلك فإن عوامل مثل اتجاه الرياح السائدة ومعدل امدادات المواد وموقع الكثيب لها تأثير كبير (د. أبو عيد وآخرون ١٩٨٣).

ولقد لخص بيقاريلا (Bigarella 1972) معدل الحركة بالنسبة للأنواع المختلفة من الكثبان التي وجدت في عدد من الصحاري (الجدول رقم ١) ووفقا لهذه الدراسة فإن معدل التحرك يأخذ في التناقص كلما زاد الارتفاع.

ويمكن تقسيم الكثبان الرملية وفقا لسرعتها الى أربع مجموعات (زيندا وآخرون ١٩٨٦)، وهذه التقسيمات هي :

(١) الكثبان البطيئة، وتتحرك مسافة تقل عن المتر سنويا.
(٢) الكثبان معتدلة السرعة، وتتحرك بسرعة تتراوح بين متر وخمسة أمتار سنويا.
(٣) الكثبان السريعة، وتتحرك بسرعة تتراوح بين ٦ الى ٢٠ مترا سنويا.
(٤) الكثبان السريعة جدا، تتحرك بسرعة أكثر من ٢٠ مترا سنويا.

قياس حركة الكثبان الرملية :

لقياس حركة الكثبان الرملية أو التنبؤ بمعدل تحركها تستخدم القياسات الحقلية والنماذج الرياضية.

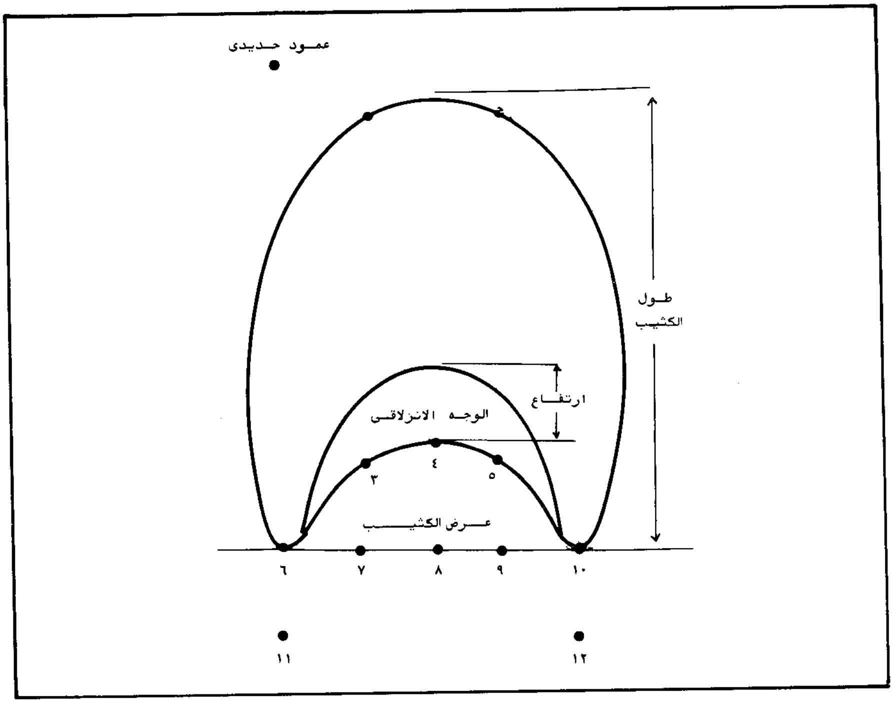
أ - القياسات الحقلية :

لقياس سرعة تحرك الكثبان الرملية فقد تم تطوير العديد من الأساليب لتقدير

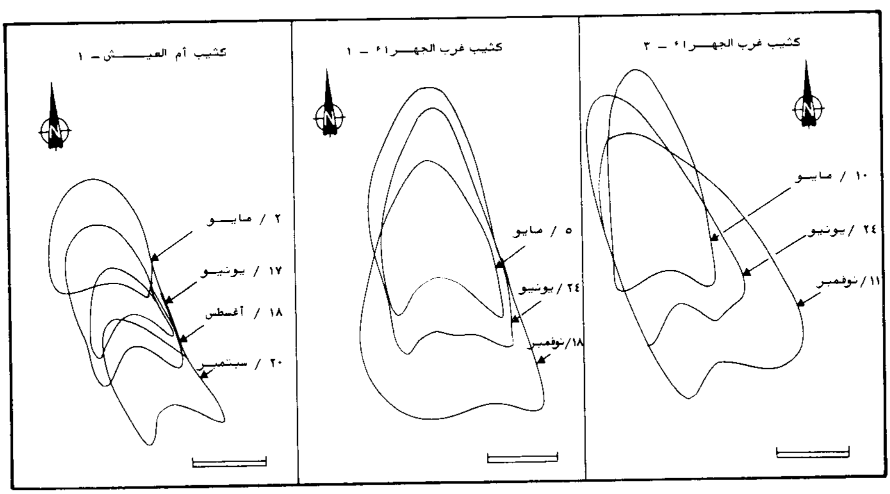
معدل الحركة (متر/سنة)	الارتفاع (متر)	الموقع	نوع الكثيب
8.0	–	وايت ساند ـ اميركا	برخان
9.0	5.0	بيرو	برخان
16.40	8.0	كليفورنيا	برخان
13.60	13.0	كليفورنيا	برخان
26.60	3.6	كليفورنيا	برخان
0.34	–	الجزائر	مجموعة برخانات
0.50	55.0	بيرو	مجموعة برخانات
0.05	100.0	الجزائر	عرضي
0.02	100.0	الجزائر	عرضي

جدول رقم (١) معدل الحركة بالنسبة للأنواع المختلفة من الكثبان (عبدالله ـ ١٩٨٨)

معدل حركة الكثبان الرملية. ويستخدم أسلوب احتجاز الرمال بصورة عامة لتقدير انجراف الرمال (الساري وآخرون، ١٩٨١) فكمية الرمال المحتجزة عند نقاط معينة تعطي تقديرا لمعدل حركة الرمال أما الاسلوب الآخر شائع الاستخدام لانجراف الثلوج والرمال على السواء فهو أسلوب الارتفاع (تايلر، ١٩٨٠) حيث يتم تثبيت مقاييس مدرجة عند نقاط مختلفة ومن ثم يتم تسجيل ارتفاعات الرمال والثلوج، فزيادة أو نقصان الارتفاع عند نقطة معينة يعطي تقديرا لمعدل حركة الرمال عند هذه النقاط. وقد قام الباحث باستخدام طريقتين مختلفتين وذلك لتقدير المقاييس الميدانية لمعدل ارتحال الكثبان الرملية. ففي الطريقة الأولى، تم ادخال اثنى عشر عمودا حديديا في الجزء الخلفي وفي طرف الكثيب، وتم توزيعها وفقا لما هو موضح في الشكل (١٠ ـ أ)، كما تم تسجيل الوضع المبدئي للكثيب عند البدء في تنفيذ برنامج المراقبة على ورقة رسم بياني وذلك فيما يتعلق بمسافته من هذه النقط. وتم كذلك تحديد المحور الأساسي لتناسق الكثيب. وبعد فترة زمنية معينة، تم تسجيل الوضع الجديد للكثيب بالمقارنة بمواقع الأعمدة الحديدية وقد تم تسجيلها على نفس ورقة الرسم البياني. وعند مقارنة الموقعين يمكن حساب معدل حركة الكثيب. وشكل (١٠ ـ ب) يوضح القياسات الحقلية التي سجلت حركة الكثبان



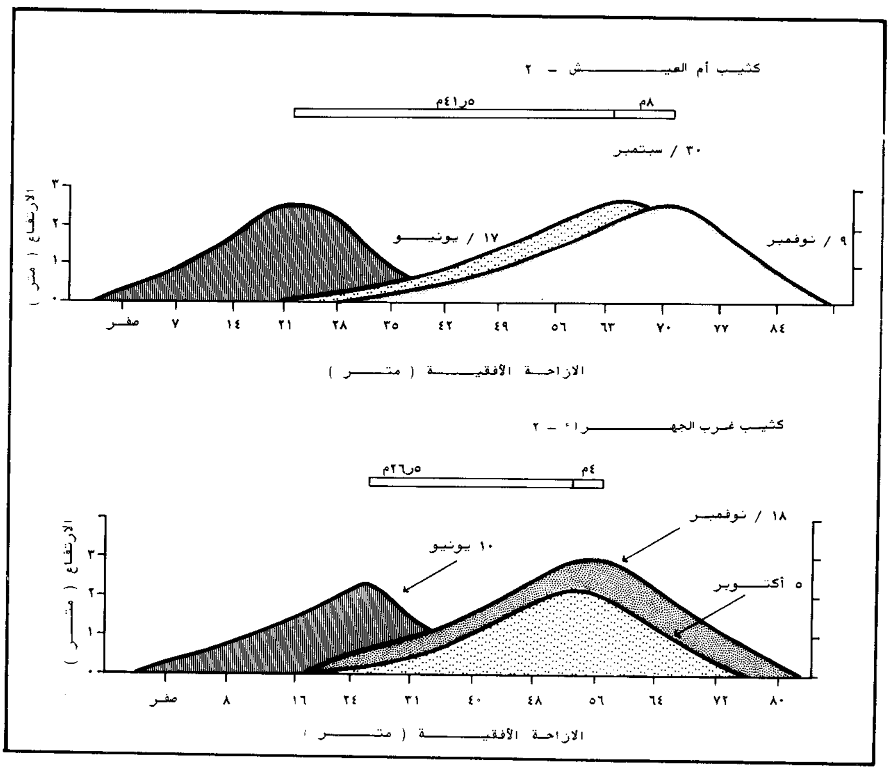
شكل رقم (١٠ - أ) توزيع الأعمدة الحديدية في الجزء الخلفي
وفي طرف الكثيب لقياس سرعته.



شكل رقم (١٠ - ب) : القياسات الحقلية لحركة الكثبان الرملية
باستخدام الطريقة الأولى

الرملية باستخدام الطريقة المذكورة. وفي الطريقة الثانية تم استخدام مزواة (ثيدولايت Theodolite)، لتحديد ارتفاع النقاط المختلفة على الكثبان الرملية البرخانية الأخرى من نقاط المراقبة الأرضية وذلك في فترات زمنية مختلفة. ولقد تم اختيار نقاط المراقبة الأرضية هذه على خط مستقيم مواز للقطاع الجانبي للكثيب مع ترك مسافة ثابتة بين كل نقطة، ويتم بعد ذلك حساب معدل ارتحال الكثيب الرملي وذلك عن طريق مقارنة ارتفاع الكثيب بعد وقبل التحرك من كل نقطة مراقبة شكل (١١).

وتعتبر الأساليب ـ آنفة الذكر ـ أساليب بسيطة وليست على الدرجة المطلوبة من الدقة، بل قد تكون عقبة تعوق تدفق الرمال، ولبلوغ درجات أعلى من الدقة فقد تم تطوير أساليب اكثر تقدما يمكن عن طريقها قياس حركة الكثبان الرملية، وهناك طريقتان رئيستان هما : التصوير الجوي والفوتوغرامتري، ويمكن قياس الحركة الأمامية للكثبان الرملية خلال فترة طويلة من الزمن تزيد عن سنة في العادة



شكل رقم (١١) : طريقة استخدام الثيدولايت لقياس حركة الكثيب.

عن طريق تصوير الكثبان من الجو مرتين، وبمطابقة الصورتين يمكن معرفة معدل الازاحة الأفقية للكثيب.

أما طريقة التصوير الفوتوغرامتري عن قرب، فتستخدم لأخذ قياسات دقيقة لحركة وتشوه السدود والأبنية المعدنية، كما أنها يمكن أن تستخدم لقياس تزحزح النقاط المختلفة على كثيب من الكثبان، ولتحديد شكل الكثيب بأبعاده الثلاثة. وفي هذا الاسلوب يتم تزويد الشيء المراد قياسه بنقاط أرضية للتحكم فيه. وتكون نقاط التحكم الأرضية ذات احداثيات معروفة وثابتة بينما تكون نقاط الأهداف متحركة، ويتم قياس احداثيات نقاط الأهداف من خلال النموذج المجسم للصور التي تم التقاطها لموضع القياس قبل تحركه. وتتم مقارنة هذه الاحداثيات مع الاحداثيات المماثلة المأخوذة بعد الحركة. ومن ثم يعطي الفرق بين الاحداثيات نموذجا ثلاثي الأبعاد لنقاط الأهداف (الشربيني، ١٩٨٢).

ب ـ النمذجة الرياضية :

النمذجة الرياضية هي أسلوب استخدام المعادلات الرياضية للتعبير عن ظاهرة معينة، ففي ظاهرة زحف الرمال مثلا تستخدم النمذجة الرياضية لترجمة الحالة الديناميكية للظاهرة، الى مجموعة معادلات رياضية يمكن عن طريقها حساب كمية الرمال الزاحفة والتنبؤ بنمط تجمعها حول ما يقابلها من عوائق، وتستخدم التقنيات الحديثة لوضع هذه المعادلات أو ما يسمى بالنماذج الرياضية في برامج كمبيوتر لتسهيل عمليات الحساب. وقد تكون النمذجة ذات قيمة لمجموعة متغيرات لحالة معينة وتكون غير مجدية لمجموعة أخرى من المتغيرات لنفس الحالة.

ففي دراسة حركة الكثبان الرملية، تستخدم نماذج رياضية تعتمد على تحديد سرعة الرياح. حيث يتم تعيين سرعات الرياح وذلك عن طريق استخدام بعض المعادلات الرياضية لتعديل السرعات المسجلة بواسطة محطات الأرصاد الجوية.

ومن أهم المعادلات التي تستخدم في هذا المجال، معادلة سرعة الرياح والتي هي على النحو التالي :

$$U(Z) = \frac{U_{\cdot}}{K} \text{ Log } \frac{Z}{Z^{\prime}} + U_t$$

حيث

Z = ارتفاع نقطة فوق السطح.

K = ثابت (Van - Karman) ويقدر تقريبا بـ(٠,٤)

Z_1 = درجة خشونة السطح (roughness height) ويعادل تقريبا (١/٣٠) من ارتفاع أو قطر المواد الموجودة في طريق الريح.

Ut = سرعة ثيرشولد ويعادل (d × ٩,١٤) وهي السرعة التي عندها تبدأ حبيبات الرمال في الحركة.

U(Z) = سرعة الرياح المقاسة في الموقع على ارتفاع (Z).

U* = سرعة الرياح الناقلة للحبيبات.

وتعتبر معادلة باجنولد (١٩٤١) من الأسس التي يستند اليها عند تطوير النماذج الرياضية والمعادلة هي على النحو التالي :-

$$ح = C \left(\frac{d.P}{D.g} \right)^{1/2} U_*^3$$

حيث :

ح = معدل حركة حبيبات الرمل (كجم / متر / ثانية)

C = ثابت المعادلة والذي يتغير حسب حجم الحبيبات، تكون قيمته ١,٥ عندما تكون أحجام الحبيبات متماثلة تقريبا و١,٨ عندما تكون الأحجام متدرجة و٢,٨ عندما تكون الأحجام غير متماثلة.

d = قطر الحبيبة المنقولة (مليمتر).

D = قطر الحبيبة القياس (= ٠,٢٥ مليمتر).

P = الوزن النوعي للهواء (=١,٢٥ كجم / متر)

g = عجلة الجاذبية الأرضية (=٩,٨ متر / ثانية).

U* = سرعة الرياح الناقلة للحبيبات (متر / ثانية).

وهناك عدة نماذج رياضية تستعمل لغرض حساب حركة الكثبان الرملية. ومن هذه النماذج، نموذج استحدثه سيكيرج وآخرون عام ١٩٨٤، وهذا النموذج

يستعمل لحساب التغير في ارتفاعات الكثيب خلال فترة زمنية قصيرة، وعليه يمكن حساب المجموع الكلي للحركة خلال فترة زمنية معينة. وجدول رقم (٢) يوضح النتائج المستخلصة من هذا النموذج لكثيب هلالي الشكل في دولة الكويت.

النقطة	المسافة x (m)	الارتفاع الاولي h (m)	الارتفاع بعد شهر hn (m)	Dh = hn − h
1	0	0.15	0.1500	0.00000
2	9	1.46	1.5044	0.001531
3	18	2.72	2.7567	0.001156
4	27	2.16	2.1131	-0.001561
5	36	1.36	1.3372	-0.000738
6	45	0.46	0.4579	-0.000071
7	54	0.0	-0.0000	-0.000000

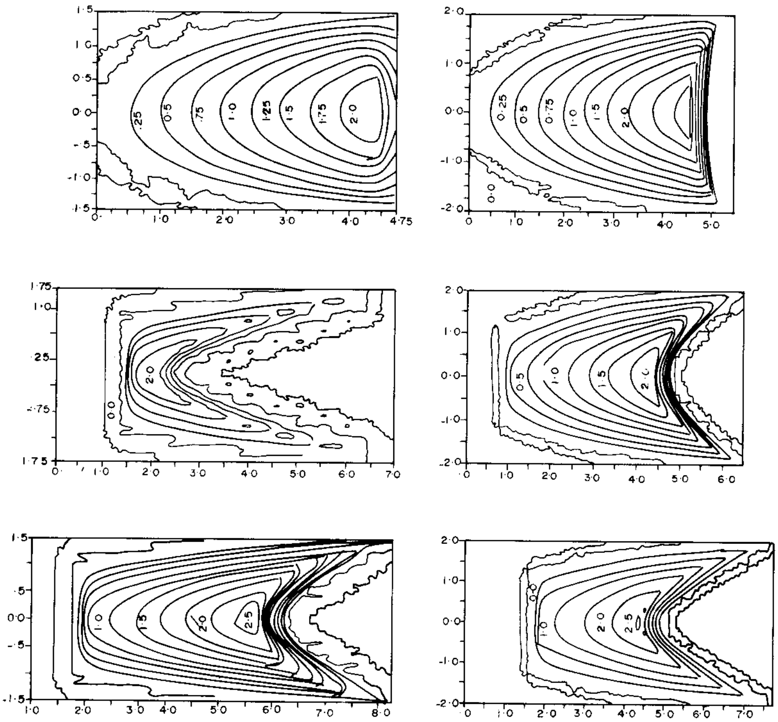
جدول رقم (٢) حركة الكثيب بفعل الرياح

وأما النموذج الثاني والذي استحدثه كل من كروس وويبرمان عام ١٩٨٦، والذي يصف الكثيب بأبعاده الثلاثة فيمكن أيضا من خلاله حساب المجموع الكلي للحركة الأفقية لكثيب هلالي الشكل خلال فترة زمنية معينة. وشكل رقم (١٢) يوضح النتائج المستخرجة من الحاسب الآلي لنفس الكثيب السابق باستخدام النموذج الأخير.

ومما هو جدير بالذكر أن معظم النماذج التي تخص حساب معدل حركة الكثيب فشلت في محاكاة الحركة الفعلية للكثبان الرملية، ولا زالت الدراسات في هذا الصدد على قدم وساق وآخذة في التزايد.

نتائج حركة الكثبان :

لقد تم القيام برحلة ميدانية بواسطة طائرة هليوكبتر في بداية تنفيذ المشروع، وذلك لاجراء مسح للمنطقة وتعيين حدود المنطقتين اللتين تمت دراستهما واللتين تحتويان على الكثبان الرملية الهلالية. ولقد تم اختيار الكثبان التي تمت دراستها وفقا



أ ـ كثيب غرب الجهرا ١ ـ ٢

ب ـ كثيب أم العيش ـ ٢

شكل رقم (١٢) حساب معدل حركة كثيب باستخدام النموذج الثاني

لمواقعها في المنطقة. وتم وضع علامات خاصة على أعمدة حديدية للتعرف على هذه الكثبان، وذلك بهدف أخذ العينات ومراقبة ارتحال الكثبان الرملية. وعلاوة على ذلك، فقد تم تحديد كل كثيب على حدة وذلك وفقا للخصائص التالية :

١ ـ الشكل العام : كثبان هلالية أو عرضية . . . الخ.
٢ ـ هيئتها : مفردة أو مركبة.
٣ ـ البراميترات الميدانية بما في ذلك الارتفاع، العرض، الطول وزاوية الانحدار.
٤ ـ الطبقة السفلية : حصى أو رمل.

تواجدت الكثبان الرملية في المناطق موضع الدراسة على هيئة تلال هلالية الشكل في مناطق مسطحة من الرمال المتحركة، وتوجد في صورة فردية أو متجمعة أو متراكمة نتيجة لاتحاد كثيبين أو أكثر بسبب الفروقات في معدل حركة الرمل. ويتراوح ارتفاع الكثبان في منطقة أم العيش بين ٠,٨ ـ ٢,٨ مترا بينما يتراوح ارتفاع الكثبان في منطقة غرب الجهراء بين ١,٥ ـ ٣,١ مترا. أما بالنسبة للاتجاه السائد للكثبان فهو ش (٣٠ ـ ٤٠) غ، والذي يتفق مع اتجاه الرياح السائدة (أنظر جدول رقم ١). هذا ولقد تمت ملاحظة معدل تحركات الكثبان الرملية في المنطقتين اللتين تمت دراستهما. حيث استخدمت طريقة الأعمدة الحديدية، والمزواة، لقياس معدل الكثيب الرملي في فترات زمنية مختلفة. ويوضح الجدول رقم (٣) التحليل الميداني للبيانات المتحصل عليها من قياس معدل تحرك الكثبان الرملية التي تمت دراستها في المنطقتين.

تحليل نتائج حركة الكثبان الرملية الهلالية :

يتضح من الجدول رقم (٣) أن الكثبان الهلالية في منطقة أم العيش تتحرك بسرعة نسبية أكبر من تلك الموجودة في غرب الجهراء، مما يدل على أنها منطقة نشطة من حيث نقل وترسيب الرمال. ففي منطقة أم العيش، نجد أن حركة الكثبان الرملية ذات متوسط ارتفاع ٢,٥م، تقع ضمن مدي ٥٠ ـ ٦٠ مترا في كافة أشهر الصيف، بينما في منطقة غرب الجهراء نجد أن الكثبان الرملية ذات متوسط ارتفاع ٢,٢ الى ٢,٧ مترا، تقع ضمن مدي ٣٠ ـ ٤٠ متر.

وعند مقارنة هذه النتائج مع تلك الناتجة من صحراء كاليفورنيا جدول (١) نجد أن الكثبان الرملية في الكويت، تتحرك بمعدل أعلى من تلك الموجودة في صحراء كاليفورنيا وهي تعد من الأنواع السريعة جدا لأنها تتحرك الى أكثر من ٢٠ مترا في السنة.

ويرجع ارتفاع معدلات حركة الكثبان الرملية هلالية الشكل في الكويت الى سرعة الرياح الشمالية الغربية السائدة معظم أيام السنة بالاضافة إلى أن أرض الكويت مسطحة رملية تساعد على حركة الكثبان الرملية، ويعتبر صغر أحجام الكثبان الرملية نفسها من أهم الأسباب التي تزيد من حركة هذه الكثبان، إذ هناك في صحراء الصين كثبان رملية تصل ارتفاعها الى ٣٠٠ متر بينما نجد أن معدل حركاتها بطيء جدا قد لا يتجاوز ١ ـ ٢ متر سنويا.

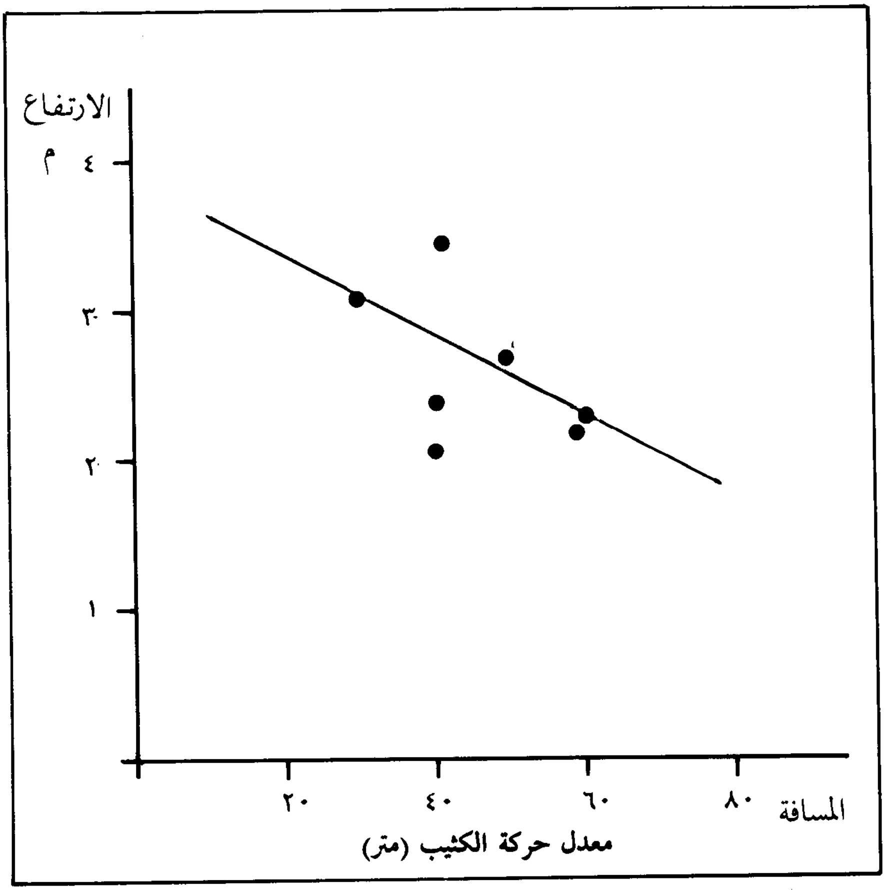
جدول رقم (٣) يبين العلاقة بين حركة الكثبان الرملية الهلالية وابعادها الحقلية في صحراء الكويت

المنطقة	رقم الكثيب	الفترة الزمنية عام ١٩٨٧	ارتفاع الكثيب (متر)	اجمالي حركة الكثيب (متر)	معدل طول الكثيب (متر)	معدل عرض الكثيب (متر)
أم العيش	١	٢ / ٥ - ١٧ / ٦ ١ / ٨ ٢٠ / ٩ ٩ / ١١	٢,٣٦ ٢,٣ ٢,٧	١٥,٥ ١٥ ٢٩,٥ صفر ٦٠ المجموع	٥٥	٣٢
	٢	١٧ / ٦ - ٣٠ / ٩ ١٨ / ١١	٢,٣ ٢,٧	٤١,٥ ٨ ٤٩,٥ المجموع	٦٥	٤٥
غرب الجهراء	١	٥ / ٥ - ١٣ / ٦ ١٤ / ٩ ١٨ / ١١	٢,٤ ٢,١٦	١٤ ١٧ ١٠ ٤١ المجموع	١١٠	٥٨
	٢	١٠ / ٦ - ٥ / ١٠ ١٨ / ١١	٢,٢ ٣,١	٢٦,٥ ٤ ٣٠,٥ المجموع	٤٥	٤٠
	٣	١٠ / ٥ - ٢٤ / ٦ ١٤ / ٩ ١٨ / ١١	١,٩٤ ٣,٤٥	١٤ ٢٤ ٥,٥ ٤٣,٥ المجموع	١٢٠	٤٠

وبالنظر إلى نتائج استخدام النماذج الرياضية (جدول رقم (٢)) وشكل رقم (١٢) نجد أن النماذج الرياضية التي استخدمت لقياس حركة الكثبان الهلالية، فشلت في محاكاة الحركة الفعلية للكثبان، كما هو مبين في جدول رقم (٣).

هذا، ويمكن أن تعزى ميكانيكية حركة رمال الكثبان الهلالية في الكويت الى الآلية المبدئية للتدفق الانهياري والتساقط الانهياري، ففي حالة التدفق الانهياري تتحرك جزيئات الرمال باستقلالية عن الأخرى، مختلطة مع بعضها البعض بصورة مستمرة، بينما في التساقط الانهياري تنتشر شرائح رقيقة انزلاقية من الرمال أو كتل رملية ضعيفة التماسك، وتتحرك كوحدات انفرادية. وتعزى الحركة الآلية لهذا النوع الى الانتقال القفزي أو الزحف، وكلاهما يحدثان قنوات في حافة الكثيب وعندما تتكون القناة، تنساب الرمال الى الأسفل وتتجمع عند حافة الكثيب، وتكون عندها زاوية الانزلاق الحرجة شديدة الانحدار (٣٦°) فتتحرك الرمال الى أسفل (أبو عيد، ١٩٨٣).

ولقد تم رسم العلاقة بين ارتفاع هذه الكثبان وازاحتها التي تم قياسها على مخطط بياني شكل رقم (١٣)، واتضح أن سرعة حركة البرخان تكون أكبر بالنسبة للكثبان الصغيرة، وأقل بالنسبة للكثبان الكبيرة وتحت ظروف متشابهة، كما لوحظ أيضا أن ارتفاعات الكثبان الرملية التي تمت دراستها تغيرت قليلا طوال فترة الدراسة الميدانية (أشهر الصيف) وهكذا، فإن حركة الكثيب عبارة عن عملية تؤثر على البرخان بأكمله وتجعله يخضع الى بعض التغيرات الملموسة في حجمه وشكله ايضا.



شكل (١٣) العلاقة بين ارتفاع الكثبان الهلالية في الكويت

وازاحتها خلال فترة الصيف (١٩٨٧)

تثبيت الكثبان الرملية

خلال العقود القليلة الماضية، بذلت جهود عالمية لدراسة طرق وسبل التحكم في مشاكل الرمال المتحركة. وتورد التقارير العديد من النشاطات في هذا المجال مثل النشاطات التي قام بها (هيجرون وآخرون ١٩٧٧) (وغريب وآخرون ١٩٨٥)، هذا ويمكن تصنيف احتياطات مراقبة الرمال المتحركة الى احتياطات ميكانيكية وكيميائية وبيولوجية. والطرق الميكانيكية والتي تشمل التسييج وطريقة المربعات والرصف وحفر الخنادق، وهذه الطريقة تعد من أكثر السبل الوقائية في هذا المجال. ويقوم العديد من الدارسين بتطبيق هذه الطرق كوسائل مؤقتة للتحكم وذلك للحد من حركة الرمال.

أما الطريقة الكيميائية والتي يتم فيها رش مواد كيميائية على سطح الرمال المتحركة، فتعد من الطرق المفيدة للغاية لتثبيت السطح في وقت وجيز، ومثال ذلك التجارب التي تمت في الصحراء الليبية (المسعودي ١٩٨٤)، والتجارب التي تمت في المملكة العربية السعودية (السري ١٩٨٤). أما الطريقة البيولوجية (الزراعة والتحريج) فتعتبر هي طريقة التثبيت الدائمة. وهذه الطريقة شائعة التطبيق في المملكة العربية السعودية وفي ليبيا وفي الصين.

وكما أسلفنا، فإن حركة الرمال تكون نشطة عند سطح الكثيب وذلك نظرا لضغط خطوط هبوب الريح. وعليه فإنه لايقاف حركة الكثيب فإن السطح أو الجهة الواقعة منه في اتجاه الريح على الأقل، يجب أن تكون محمية وذلك بتثبيتها بالزيت أو بالمواد الكيميائية أو السياجات المتوازية التي تكون في زاوية قائمة في اتجاه الرياح السائدة. وتعتبر هذه الطرق المذكورة من التطبيقات الجيدة في المناطق التي تعاني من نقص المياه ومن قسوة المناخ، الأمر الذي يساعد على إزالة الغطاء النباتي الواقي.

١ - الطرق الميكانيكية :

وتشمل الطرق الميكانيكية عدة وسائل منها :

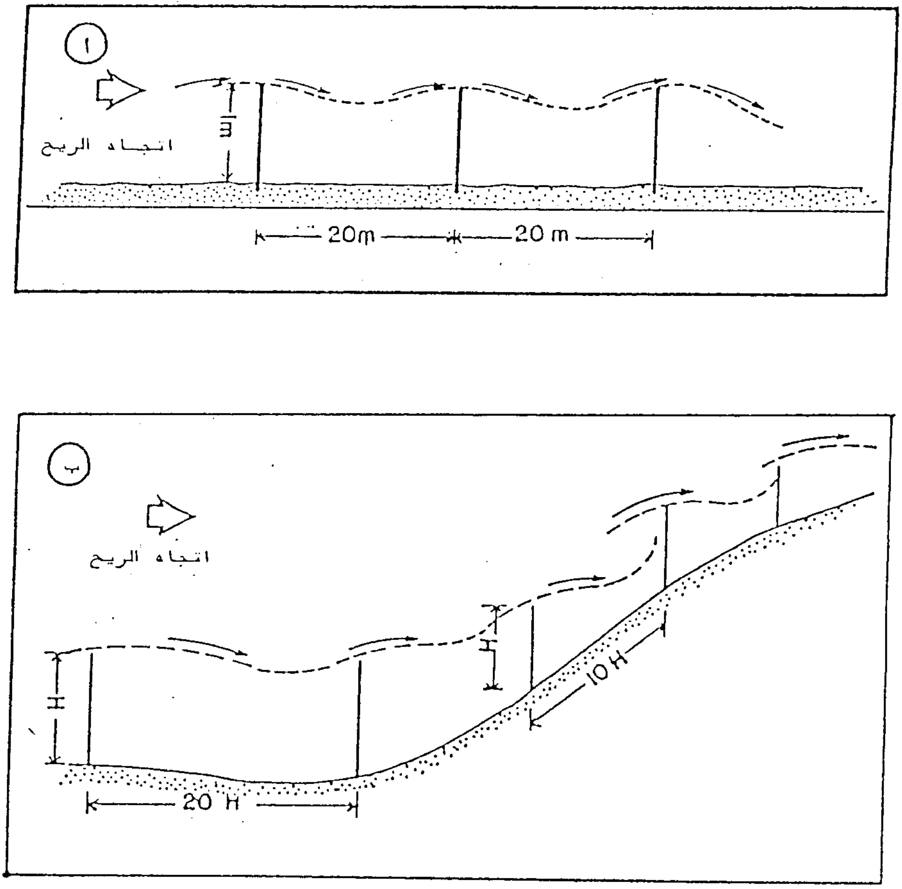
(١) عمل مصدات صغيرة للرياح على شكل مربعات أو مستطيلات فوق سطح الكثبان الرملية، وذلك لمنع حركتها والوصول الى الأهداف المراد حمايتها (شكل ١٤). وتستخدم هذه المصدات عادة كألواح كبح تغطي سطح الكثيب



شكل رقم (١٤) : طريقة المربعات (الشخاترة ١٩٨٤)

الرملي بأكمله، أو الجهة المعاكسة للريح في منطقة القمة فقط. وفي هذه الحالة يتم اعتراض تحرك الرمال عن طريق التذرية ومن ثم يتوقف تحرك الكثيب. ويمكن أن تصنع هذه المصدات من الأغصان وأوراق النخيل... الخ، وتكون المسافة المحمية بين كل صفين من ١٠ الى ٢٠ ضعف ارتفاع الصف.

ويمكن تقليل هذه المسافة وذلك حسب سرعة الريح وانحدار السطح (شكل ١٥ أ و ب)، وتستخدم هذه الطريقة بصورة كبيرة في صحراء الصين. حيث يقومون بإنشاء ألواح كبح على شكل مربعات (٠,٥ × ٥م) ويبلغ ارتفاعها ١٠ سم وتصنع من سعف النخيل وذلك لتغطية الكثبان الرملية الزاحفة وتثبيتها. وتقدر مدة فعالية هذه الطريقة بحوالي ٥ سنوات، وتعد طريقة ناجحة لتثبيت الكثبان الرملية الزاحفة وتحمي الطريق الذي يتخلل هذه الكثبان في محطة شاباتو في صحراء الصين (صورة توضيحية ١ ـ أ). ويمكن أن نمزج الطريقتين لوقف حركة الكثيب، فعلاوة على الطريقة السابقة، يمكن



شكل رقم (١٥ نظام المربعات في حالة رياح سائدة من جهة واحدة.

أ - سطح مستوى　　　　ب - سطح مائل

المرجع (الشخاترة ١٩٨٤)

إنشاء سور على جانب الكثيب المواجه لاتجاه الريح وذلك لمنع انتقال الرمال فوق الجزء النشط (القمة). (صورة توضيحية رقم ١ - ب).

(٢) فرش المواد الحصوية الصلبة كالصلبوخ فوق السطح الرملي والمراد ايقاف حركته ولهذه الطريقة ميزة أخرى، وهي أنها ستمنع تراكم الرمال عليها فيما بعد وذلك لما تقوم به من زيادة لحركة وثب الحبيبات عليها، وبالتالي فإنها

تساعدها على الانتقال الى مسافة أبعد. وتستعمل هذه الطريقة بجانب طرق أخرى مكملة للحماية (صورة رقم (٢)).

(٣) عمل مصائد للرمال على شكل حفر طولية أمام الهدف المراد حمايته، وفي اتجاه عمودي على الرياح السائدة.

(٤) وأخيرا تأتي عمليات الازالة الميكانيكية العادية باستخدام الكاسحات والناقلات (صورة رقم (٣)).

٢ - الطرق الكيميائية :

يمكن التحكم بحركة الكثيب لفترة قصيرة حيث تتجاوز عادة من ٢ ـ ٣ سنوات في الأرض القاحلة، وذلك عن طريق رش الزيت أو مثبتات التربة الكيميائية على سطح الكثيب حيث تحميها من التعرية الناجمة عن الريح. وتوضح الصورة رقم (٤) أثر الرياح في عملية النحت بعد مرور ثلاث سنوات على كثيب في صحراء الصين تمت حمايته بواسطة الزيت الاسفلتي وتوفير الحماية لفترة ثلاث سنوات، تعد كافية لنمو الغطاء الخضري المناسب على سطح الكثيب الذي تم حمايته وذلك في حال توفر المياه. ويجب ان يتم اختيار المادة الكيميائية بحيث لا تحد من نمو النباتات من جراء تأثيراتها السامة وتمنع اختراق المياه. كما تعتبر هذه الطريقة رخيصة، ولكن نظرا الى عمليات الرش المتكررة الناجمة عن التعرية التي تسببها الرياح، فان التكلفة قد تكون عالية. ويمكن استخدام ثلاثة أنواع من الزيوت وهي :

(١) الزيوت الاسفلتية الخفيفة مثل الطبقة العلوية السوداء المستخدمة في رصف الطرق.
(٢) زيت التشميع الثقيل.
(٣) النفط الخام.

هذا ويتم تنفيذ عملية الرش عن طريق استخدام معدات خاصة لهذا الغرض والتي تستخدم عادة في الزراعة لرش البذور (صورة رقم ٥) وأحيانا يتم مزج بعض البذور التي تتلاءم مع الظروف المناخية السائدة بالزيت المستخدم.





صورة رقم (١) : تثبيت الكثبان الرملية بطريقة المربعات في الصين



صورة رقم (٢) : فرش المواد الحصوية بجانب التثبيت بطريقة المربعات لايقاف حركة الرمال (في الصين)



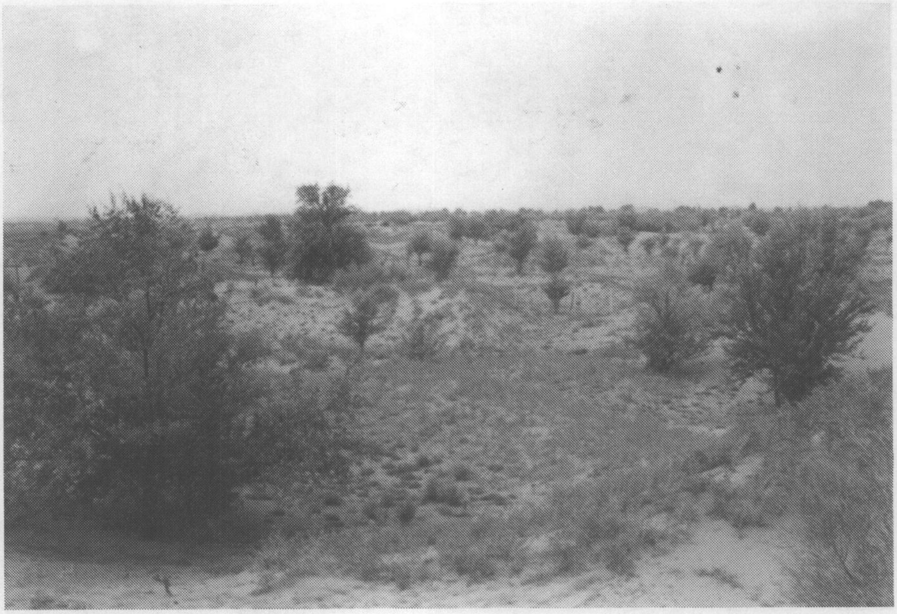
صورة رقم (٣) الازالة الميكانيكية



صورة رقم (٤) : اثر الرياح في عملية نحت مثبتتات التربة الكيميائية
على سطح الكثيب.



صورة رقم (٥) عملية رش المواد الكيميائية



صورة رقم (٦) : التثبيت بالزراعة

٣ - الطرق البيولوجية :

أما عن الطرق البيولوجية فهي تلك التي تتمثل في عمليات التشجير، وتعتبر أنجح هذه السبل لمنع حركة الكثبان الرملية بمختلفة أحجامها، وذلك لفعاليتها القوية على المدى البعيد، ولكن لا بد ان تتوفر التربة الصالحة والمياه اللازمة لريها وغيرها من الأمور الهامة والمتطلبات الضرورية للزراعة (صورة رقم (٦)).

ولتفادي استخدام مياه الري للزراعة في المناطق الصحراوية القاحلة يستحسن تطوير الزراعة الجافة حيث أن للكثبان الرملية القدرة على امتصاص كميات الأمطار بسهولة بنسبة عالية من الرطوبة، وكذلك لبعض النباتات الصحراوية القدرة على ادخال الماء في اوراقها أو سوقها، وتعرف هذه النباتات بالنباتات العصيرية مثل نباتات الصبار والرطريط والتين الشوكي. وتتم الزراعة الجافة في موسم الأمطار بالشتاء والتي تكون عادة من شهر يناير الى شهر ابريل وحينما تكون الرطوبة الأرضية قريبة نوعا ما من سطح الكثيب وعلى عمق حوالي ٢٠ سم. وتتلخص الزراعة الجافة في عمل حفر عميقة في الأرض بعمق متر واحد، ثم توضع

العقلة أو الشتلة المراد زراعتها في الحفرة وتردم بالرمال الرطبة بحيث يظهر منها (٥ سم) بالنسبة للعقلة (مثل عقلة الاثل) و٢٠ سم - ٥٠سم بالنسبة للشتلات ولقد أثبتت النتائج، التي تم الحصول عليها امكانية تثبيت الكثبان الرملية وتشجيرها بواحة الاحساء بالطريقة الجافة واعتمادا على الرطوبة التي تحتويها هذه الكثبان. وبمعدل نمو ١,٣ متر/ سنة. كما أظهرت التجارب أن أعلى نسبة نجاح بلغت كانت في المنخفضات وفي الأجزاء السفلى من الكثبان نظرا لارتفاع نسبة الرطوبة (العوضي، ١٩٨٨).

وتجدر الاشارة هنا إلى انه حتى الآن لم تستخدم أي من الطرق السابقة في تثبيت الكثبان في دولة الكويت. والسبب في ذلك هو أن خطورة حركة الكثبان لم تظهر الا في خلال السنوات القليلة الماضية، حيث بدأت هذه الكثبان بالزحف نحو المنشآت الحيوية المتواجدة بالقرب من مناطق الكثبان الرملية وفي الحقيقة فإن هناك دراسات مكثفة جارية في معهد الكويت للأبحاث العلمية في هذا المجال لتقييم واختيار أنسب الحلول للحد من مشكلة حركة الرمال والكثبان الرملية وآثارها السلبية.

الخـاتمــة

نود أن نلفت الانتباه الى أنه نتيجة للحركة السريعة، التي تتسم بها الكثبان الرملية في صحراء الكويت، فإن الأنشطة التي يتم تنفيذها في بعض المناطق الصحراوية في الكويت أصبحت مهددة من قبل الرمال الجارفة والكثبان الرملية المرتحلة. ونتيجة لسرعة هذه الكثبان، فإن الوقت المقدر لحركة الكثبان الاجمالية، التي تؤثر على الأنشطة الموجودة في هذه المناطق يتراوح ما بين ٥ ـ ١٥ سنة. وبهذا، فإن هناك حاجة ماسة للتحكم بحركة الرمال، وخاصة تلك القريبة من المنشآت الحيوية. ولما كانت تلك المناطق تقع ضمن الأقاليم شبه القاحلة، والتي توجد فيها رياح شديدة، فانه من المستحسن أن لا يؤخذ بعين الاعتبار تطبيق الطريقة البيولوجية كأحد الحلول الاقتصادية للتحكم في ارتحال الكثبان. ويرجع السبب في ذلك إلى التكلفة المرتفعة للطريقة البيولوجية، إذا ما تم استخدامها في مثل تلك الأقاليم وخاصة في الكويت، حيث لا تتوفر مياه جوفية كافية. بالاضافة إلى ذلك ففي مثل هذه المناطق، لا بد من استخدام برنامج لحفر الآبار وادارة المياه الجوفية، وبلا شك فإن مثل هذه البرامج مكلفة جدا.

وبناء عليه فإن هذا البحث يقترح استخدام طرق اقتصادية، وبنفس الوقت فعالة كطرق المربعات أو الطرق الكيميائية لمكافحة زحف الكثبان الرملية والتي تتلاءم مع بيئة الكويت الصحراوية.

المراجع

أولا : باللغة العربية :

- المسعودي، م . ب ، ١٩٨٤ . خمسون سنة في مجال تثبيت الكثبان الرملية وتشجيرها، **الندوة العربية الأولى لتثبيت الكثبان الرملية ومكافحة التصحر**، بغداد ـ العراق، ٢٣ صفحة.

- الشخاترة، م وعثمان، أ . ١٩٨٤ . التجربة العربية في مجال تثبيت الكثبان الرملية، **الندوة العربية الأولى لتثبيت الكثبان الرملية ومكافحة التصحر**، بغداد ـ العراق، ١٣ صفحة.

- العوضي، ج . م . ع، ١٩٨٨ . **الرمال الزاحفة في بيئة الكويت الصحراوية**، جمعية حماية البيئة ـ الكويت.

- الغنيم، ع . ي ، ١٩٨١ . **أشكال سطح الأرض المتأثرة بالرياح في شبه الجزيرة العربية**، وحدة البحث والترجمة ـ قسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية.

- سري، ع ، ١٩٨٤ . زحف الرمال وطرق مقاومته في المملكة العربية السعودية، **الندوة العربية الأولى لتثبيت الكثبان الرملية ومكافحة التصحر**، بغداد ـ العراق، ٥ صفحات.

- كليو، ع .أ والشيخ م . أ ـ ١٩٨٦ . **نباك الساحل الشمالي في دولة الكويت : دراسة جيومورفولوجية**. الجمعية الجغرافية الكويتية ـ وحدة البحث والترجمة ـ قسم الجغرافيا بجامعة الكويت.

- ولكنسون، ج س ـ ترجمة : علي البنا ١٩٨٥ **بيئة الصحاري الدافئة** . وحدة البحث والترجمة ـ قسم الجغرافيا بجامعة الكويت ـ الجمعية الجغرافية الكويتية .

- والطون، ك ـ ترجمة علي شاهين، ١٩٧٨ ، **الأراضي الجافة**. دار النهضة العربية للطباعة والنشر ـ بيروت.

- الشخاترة م ، ١٩٨٤ . **الكثبان الرملية في الوطن العربي (دراسة أولية)** المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد) ـ دمشق.

- شرف، ع ط، ١٩٨٠ . مناخ الكويت، مؤسسة الثقافة الجامعية، الطبعة الأولى الاسكندرية، مصر.

- آل سعود. م . م، ١٩٨٧ . الانسياق الرملي وخصائصه الحجمية لصحراء الدهناء على خط الرياض الدمام. وحدة البحث والترجمة - قسم الجغرافيا بجامعة الكويت - الجمعية الجغرافية الكويتية .

- برنامج البيئة، ١٩٨٨ . تقرير أولي عن الوضع الراهن لمظاهر التصحر وشكله، زحف الرمال بالكويت. معهد الكويت للابحاث العلمية - الكويت.

ثانيا : باللغة الانجليزية :

— Abdullah, J.m., 1988. Study of control measures of mobile barchan dunes in the Umm Al-Eish and wesh Jahra areas. Kuwait Institute for Scientific Research, Report No. KISR2580, Kuwait.

— Abu Eid, R., R. M.I. El-Sayed and A.S. Salman, 1983. Geochemical and chemical study of sand and clay deposits in Kuwait for Industrial Utilization. Kuwait Institute for Scientific Research, Report No. KISR908A, Kuwait.

— Al-Sari, AL, K.K. Bofan and S. El-Sherbiny. 1981. Aeolian sand research at the Research Institute University of Petroleum and Minerals, Dahran, Saudi Arabia. Presented at the Fourth U.S. Conference on Wind Engineering, Seattle, Washington, June, 5-10.

— Bagnold, R.A. 1941. The Physics of Blown Sand and Desert Dunes. New York: William Marrow and Company.

— Bagnold, R.A. 1954. The physical aspects of dry deserts. In Biology of Deserts. Edited by J.C. Cloudsely - Thompson. London: Institute of Biology, pp. 7-12.

— Bigarella, J.J. 1972. Eolian enrichment. In Recognition of Sedimentary Environments: Their Characteristics, Recognition and Importance. Edited by J.K. Righty and W.K. Homblin. Tulsa: Society of Economic Paleontologists, Vol. 16, pp. 12-62.

— Cekirge, H.M.: R.J. Fraga; W.J. Lehr; and N. Gunay. 1984. Movements of sand dunes, III: Erosion due to gastrophic wind. Mathematical Modelling 5: 161-169.

— El-Sherbiny, S.E. 1982. Close range photogrammetric measurements of movements of sand dunes. University of Petroleum and Minerals Publication, Saudi Arabia.

— Foda, M; F. Khalaf; I. Gharib; M. Al-Hashash; and A. Al-Kadi. 1984. Assessment of sand encroachment and erodibility problems in Kuwait. Kuwait Institute for Scientific Research, Report No. KISR1297, Kuwait.

— Hack, J.T. 1941. Dunes of Western Navajo country. **Geographic Review 31:** 240-263.

— Hagedorn, H; K. GieBnev; O. Weise; D. Busche and G. Grunert. 1977. Dune stabilization - A survey of literature on dune formation and dune stabilization. Geographisches Institut Universtat, Wutzbug.

— Khalaf, Fl, Gharib, I.M. and Al-Hashash M.Z. (1984). Types and characteristics of recent surface deposits of Kuwait. Arabian Gulf. 1984. **Journal of Arid Environments,** Vol. 7, pp. 9-33.

— Safar, M.I. 1985. Dust and Dust Storms in Kuwait. Directorate General of Civil Aviation, Meteorological Departments, Kuwait International Airport, Kuwait.

— Tabler, R.D. 1980. Geometry and density of drifts formed by snow fences. Journal of Glaciology 21:311-322.

— Wippermann, F.K., and G. Cross, 1985. The wind-induced shaping migration of an isolated dune: A numerical experiment. Boundary Layer Meteorology. 36: 319-334.

— Zhenda, Z.S. Shu; W. Zhen; and D. Xinmin. 1986. Deserts of China. Institute of Desert Research, Academia Simica Lanzhou, China.